

## Mobil GIS: Gezici Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uygulamaları

Tahsin YOMRALIOĞLU<sup>1</sup>, Fatih DÖNER<sup>2</sup>

### Özet

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), 1960'lı yıllarda özellikle envanter amaçlı ortaya çıkmakla beraber, bilgisayarın farklı harita katmanlarının gösteriminde kullanılmasıyla gelişmeye başlamıştır. Bu tarihten sonra CBS, bilgisayar teknolojisindeki ilerlemelere paralel olarak hızlı bir gelişim göstermiştir. CBS'nin her geçen gün artan kullanımı ile güncel ve doğru veriye olan talebin önemi artmış ve bu taleple birlikte çeşitli yeni teknolojik uygulamalar ve hızlı veri toplama yöntemleri ortaya çıkmıştır. Günümüzde gelişen bilişim teknolojisiyle, masaüstü bilgisayarlarla benzer özelliklere sahip Tablet PC, Pocket PC gibi seyyar bilgisayarların ortaya çıkışı ve bunların hız ve bellek kapasitelerinin artışı, CBS kullanıcıları için de yeni donanım tercihlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu amaçla yazılım üreticileri tarafından bu tür donanımlar üzerinde çalışabilecek CBS yazılımları üretilmeye başlanmış ve özellikle GPS ile sağlanan bütünsel yapıyla da dinamik veri toplama yöntemine yönelik olarak, klasik CBS'ye alternatif nitelikte Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri (MCBS) kavramı gündeme gelmiştir. Bu makalede, MCBS'nin temel nitelikleri tanımlanarak çeşitli uygulamalar hakkında bilgi verilmektedir.

### Anahtar Sözcükler

Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri, CBS, GPS.

### Abstract

#### Mobile GIS: Portable Geographical Information Systems and Their Applications

GIS, especially emerged to serve for inventory purposes in the late 1960s, started its development when a computer was first used to display several map layers in data coverage. Since then, GIS have developed paralleling the improvements in the computer technologies. The increased use of GIS creates huge demand for up-to-date and correct information, thus technological developments trying to meet this demand have brought out some new applications and data collection methods. Today the introduction to mobile computers such as Tablet PCs, and Pocket PCs with the same abilities as desktop computers and with the possibility of upgrading their speed and memory, has presented new hardware opportunities for GIS users. This has led to the production of GIS software which can run on this newly developed hardware and inevitably to the concept of Mobile Geographical Information Systems (MGIS), an alternative approach to the classical GIS, with especially the aid of GPS integration for dynamical data collection. In this paper, the fundamentals of MGIS concept are described and applications of MGIS presented with various case studies.

### Key Words

Mobil GIS, GIS, GPS

### 1. Giriş

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'nin en çok maliyet ve zaman gerektiren bileşeni hiç kuşkusuz "veri"dir. Birçok farklı alanda kullanılan CBS için veri, genellikle arazide yapılan çalışmalarla elde edilmektedir. Klasik yöntemlerle grafik özellik gösteren verilerin toplanması oldukça zaman alıcı ve maliyetli bir işlemdir (EL SHEIMY 1996, YOMRALIOĞLU 2000). Günümüzde CBS kullanımındaki hızlı taleplerin karşılanabilmesi, uygulamalarda verinin hızlı bir şekilde dinamik olarak yerinde, yani bulunduğu mekânda toplanmasını gerektirmektedir. Bunun sonucunda, konumsal analiz ve karar verme işlemleri de hemen veri toplama aşamasında gerçekleşmiş olacaktır.

Son birkaç yılda bilgisayar teknolojisindeki gelişme "mobil" olarak adlandırılan taşınabilir nitelikli bilgisayarların piyasaya çıkmasını sağlamıştır. Başlangıçta bilgisayarlar için sorun olan işlemci hızı ve bellek alanı gibi kaygılar bu türden donanımlarda büyük ölçüde giderilmiştir. Taşınabilir cihazlar üzerinde çalışacak mobil işletim sistemlerinin de ortaya çıkışı ile, kullanıcılar masaüstü bilgisayarlar ile gerçekleştirdikleri her türlü işlemi bir anlamda kalem kullanımı ile büro dışında da gerçekleştirme olanağı bulmuşlardır (CASADEMONT 2004). Donanım teknolojisindeki bu gelişmeler, CBS kullanıcıları için sahip oldukları dijital formattaki her türlü bilgi/veriyi araziye taşıma olanağı sağlamıştır (URL2, PUNDT 2002).

Bilgisayar donanım alanındaki bu gelişmelere geleneksel CBS yazılım üreticileri de ayak uydurup mobil donanımlar üzerinde birlikte hareket edebilecek CBS yazılımları üretebilmek için çalışmalarına başlamışlardır. Bu amaçla son yıllarda yazılım sağlayıcıları çeşitli "mobil" veya diğer bir deyişle "gezici" CBS yazılımlarını piyasaya sürmüştür (NIU 2004). Böylece CBS kullanıcıları, büro ve arazide gerçek zamanlı olarak elde ettiği bilgi/verileri, her türlü ortamda doğrudan bir CBS veritabanına aktarma ve kullanma olanağına kavuşmuştur.

CBS'de konum verisinin elde edilmesi oldukça önemli ve güçtür. Bu anlamda klasik veri toplama yöntemlerine göre, en pratik alternatiflerden biri olarak Global Konum Belirleme Sistemi -Global Positioning System (GPS) benimsenmektedir. GPS 1990'lı yılların ortalarından itibaren güvenilirliğini ve sürekliliğini kanıtlamıştır. Ayrıca 2000 yılının Mayıs ayından itibaren sivil GPS kullanıcıların ölçülerine bilinçli olarak getirilen Sinyal Yanıltması - Selective Availability (SA) etkisinin

<sup>1</sup> Prof. Dr., KTÜ, Müh.-Mim. Fak., Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, GISLab, 61080 Trabzon

<sup>2</sup> Arş. Gör., Gümüşhane Müh. Fak., Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 29000, Gümüşhane

kaldırılmasıyla da mutlak konum belirleme doğruluğu  $\pm 10$  metrenin altına inmiştir (MINTSIS 2004).

Günümüzde WAAS, EGNOS gibi sistemlerin de kullanılmasıyla optimum koşullardaki mutlak konum belirleme doğruluğu  $\pm 3$  metre civarındadır (HUNTER 2002). Bu doğruluğun yeterli olmadığı durumlarda DGPS (diferansiyal GPS) gibi yöntemler kullanılarak  $\pm 50$  cm'ye kadar konumsal doğruluk elde etmek mümkündür (URL1 2004). Son yıllarda piyasalarda oldukça uygun fiyatlarla taşınabilir boyutlara sahip GPS alıcıları üretilmekte ve bunlar birçok CBS uygulamalarında da rahatça kullanılabilir. CBS uygulamalarıdır.

Konum belirleme alanlarında gerçekleşen bu gelişmelerin paralelinde yaşanan bir diğer önemli teknolojik konu da “kablolu (wireless) iletişim” sistemlerindeki gelişmelerdir. Mobil cihazlarla arazideki bir CBS kullanıcısı artık internet aracılığıyla sunulan bilgi ve haritalara ulaşabilmekte, hatta gezici halde topladığı verileri anında diğer kullanıcılar ile paylaşabilmektedir. Burada sözü edilen tüm bu gelişmeler, CBS'nin gezici olarak kullanılmasına olanak sağlayan “Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri (MCBS)”nin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Sonuçta, bir MCBS; Kablosuz İletişime dayalı, Taşınabilir Bilgisayar üzerinde CBS ve GPS'in entegre olarak sunulduğu gezgin bir sistemdir.

### MCBS'nin Avantajları

Harita çalışmalarında, arazide yapılan veri toplama ve veri işleme çalışmaları zaman alan ve hata yapma riski yüksek olan işlemlerdir. Geçmişte, veri toplamada arazide kağıt altlıklar kullanıldığında, değişiklikler krokilerle ve haritaya iliştirilen kayıtlarla belirlenmekteydi. Büroya varıldığında bu kayıtlar tekrar gözden geçirilerek, toplanan veriler el yordamıyla CBS veritabanlarına aktarılmıyordu. Bunun sonucunda, CBS verileri olması gerektiği kadar güncel ve doğru olmadığından, CBS analizleri ve buna bağlı olarak alınan kararlarda gecikmeler yaşanmaktadır (BELL 2003, KOŁODZIEJ 2002). Mobil teknolojilerindeki son gelişmeler, coğrafi veriye arazide doğrudan erişimi sağlayarak, CBS verisinin güçlü mobil bilgisayarlar üzerinden dijital olarak toplanmasını olanaklı kılmıştır. Böylece, veri toplama ve değerlendirme işleminin arazide yapılabilmesi mümkün olduğundan, uygulamalarda gerçek zamanlı veriler anında veri tabanına aktarılabilmiştir. Buna bağlı olarak güncel ve daha doğru konum bilgisine ulaşılmasıyla analiz, veri sunumu ve karar verme işlemleri de hızlanmıştır (MONTROYA 2003). MCBS'nin kullanıcılara sağladığı temel avantajlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- Arazide hızlı, doğru ve ekonomik olarak her türlü verinin dinamik olarak toplanmasına olanak sağlar.
- Dijital ortamdaki harita, hava fotoğrafı ve uydu görüntüsü gibi ürünlerin arazide kullanılmasına olanak sağlar.
- Arazide bir nesnenin konumu GPS ile belirlenip harita üzerinde dinamik olarak gösterilebilir.
- Arazide eş-zamanlı navigasyon yapılabilir.
- Arazide geleneksel CBS ile sağlanan temel konum analizleri gerçekleştirilebilir.

- İnternet üzerinden on-line sunulan haritalara ulaşmak ve kullanmak olanaklıdır.
- Toplanan veriler kablosuz iletişim aracılığıyla uzaktaki herhangi bir harici adrese iletilebilir.

## 2. Mobil CBS'de Kullanılan Gezici Cihazlar

Geleneksel cihazlardan farklı olarak mobil cihazlar iki temel ayırt edici özelliğe sahiptirler. Bunlar; *taşınabilirlik* ve *kapasite*'dir (bellek, işlemci hızı, ekran boyutu gibi). Kullanıcılar bir yandan daha küçük ve daha hafif taşınabilir cihazları tercih ederken, diğer yandan grafik grafiksel uygulamalar için geniş ekranlar ve güçlü işlemler için de yüksek işlemci kapasitesine ihtiyaç duyarlar. İletişim teknolojilerinde mobil özelliğine sahip, farklı gezici cihaz örnekleri Şekil-1'de görülmektedir (CASADEMONT 2004). Bu cihazlara ait temel özellikler aşağıda verilmiştir.

### a) Mobil telefonlar (Cep telefonları)

Bu grup en yaygın ve gelişmiş Kişisel Enformasyon Yönetimi -Personal Information Management (PIM) araçlarını, ağ ve diğer bilgisayar olanaklarını içine alacak şekilde tasarlanmış cihazları içerir. Bu tür cihazlar, akıllı telefon bazlı tasarımları nedeniyle sınırlı bir ekran genişliğinde olup, yine sınırlı bir bellek kapasitesi (2-16 MB) ve işlemci hızına sahiptir (20-104 MHz). Bu tür cihazlar GSM/GPRS gibi Geniş Alanlı Ağ -Wide Area Network (WIN) ya da 3G hücreli sistemlerle İnternet erişimi sağlayabilir ve modellerine bağlı olarak *Bluetooth* protokolü, *USB* ya da *kızılötesi* bağlantı üzerinden diğer çevresel cihazlarla ile iletişim kurabilirler.



### b) PDA tabanlı akıllı telefonlar

Bu grup, Kişisel Dijital Yardımcı -Personal Digital Assistant (PDA) olarak tasarlanmış mobil iletişim özelliklerini barındıran akıllı (smart) telefon cihazlarından oluşur. Bu cihazlar Kablosuz Biçimleme Dili -Wireless Markup Language (WML) ya da Genişletilebilir Çoklu Doküman Biçimleme Dili -Extensible Hyper Text Markup Language (XHTML) formatındaki çoklu seri sayfaları göstermek için, cep telefonlarına kıyasla, uygun olan daha geniş ekranlara sahiptirler. Bunlara ilave olarak; e-posta, Kısa Mesaj Sistemi -Short Message Service (SMS) yada Multimedia Message Service (MMS) mesajları, hatta daha büyük dokümanlar oluşturma ve el yazısı tanıyabilme işlemleri dokunmaya duyarlı ekran klavye ve hatta katlanabilir klavyeler sayesinde PDA cihazları ile daha kolayca gerçekleştirir. PDA'lar bellek (64 MB'a kadar), işlemci kapasiteleri (206 MHz'e kadar) ve ekran boyutları (240x320 piksel) ve geniş ağlara bağlanabilirlik özellikleriyle, mobil telefonlardan daha güçlü cihazlardır.



### c) PDA Cep Bilgisayarı (Pocket PC)

PDA'lar ilk piyasaya çıktıklarında kişi listesi, takvim, günlük not, hesap makinesi ve benzeri temel fonksiyonların yönetimini sağlayacak cihazlar olarak algılanmıştır. Ancak günümüzde bu cihazların gelişen özellikleri sayesinde, masaüstü bilgisayarlarda yapılan birçok temel işlem artık bu cihazlar ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu türden mobil cihazlar günümüzde *Cep Bilgisayarı -Pocket PC* olarak adlandırılmaktadır. Cep bilgisayarları özellikle MCBS uygulamalarında en yaygın olarak kullanılan donanımlardır. PDA'ların piyasaya ilk çıkışı 1993 yılında Amstrad, Apple ve Sharp firmaları ile olmuştur. 1996 yılına kadar Palm liderliğinde geldiğinde bu kategori sektörün birçok büyük üreticisi ile genişledi (örneğin Compaq, Hewlett-Packard, Casio ve Handspring). Teknik özellikleri PDA bazlı akıllı telefonlarla benzer şekildedir. Cep bilgisayarları PDA'lar daha fazla belleğe (112 MB) ve işlemci kapasitesine (400MHz) sahiptirler. Multimedya kapasiteleri WLAN ve Bluetooth protokol aracılığı ile daha geniş bağlantı olanakları vardır. Başlangıçta PDA işletim sistemleri üretici marka tarafından kontrol edilmekteydi ve üçüncü parti uygulamalara kapalıydı. Ancak son yıllarda açık sistemlerin ortaya çıkması ile bu sorun ortadan kalktı. Günümüzde üç ana PDA cep bilgisayarları işletim sistem platformu mevcuttur. Bunlar; Palm OS, Windows CE ve EPOC OS (URL2 2004) dir.



Boyutlar	: 119x75x18.7 mm
Ağırlık	: 190 Gram
İşlemci Hızı	: 168 MHz
Bellek	: 128 MB
Ekran	: 3.5" LCD
İşletim Sistemi	: Windows Mobile 2003

Şekil 1: Bir PDA Pocket PC görünümü

### d) Handheld bilgisayarlar

Bu gruptaki bilgisayarlar diz-üstü bilgisayar özelliklerine benzer olmakla birlikte, daha küçük boyutlu ekrana (640x240 piksele kadar) sahip cihazlardır. Bu cihazlar genellikle Microsoft Windows CE işletim sistemiyle çalışırlar (EPOC ve Linux gibi platformlarda mevcuttur). İşlemci, bellek ve



kablosuz bağlantı özellikleri bakımından PDA cep bilgisayarlarına benzerler, ancak diğer grup cihazlara göre, ilave klavyeleri sayesinde kullanıcının daha rahat veri girişi yapmasına olanak sağlarlar.

### e) Tablet Bilgisayarlar

Tablet bilgisayarlar yukarıdaki cihaz gruplarına göre daha yüksek hızlı işlemcilerle (1.5GHz), büyük dahili disk sürücülere (40 GB), endüstri standartta arabirim bağlantılara, uzun batarya ömrüne, daha iyi ekran çözünürlüğüne (1050x1400 piksel), el yazısı tanıma yazılımlarına, geniş bir bellek kapasitesine (512 MB), genişletme fonksiyonlarına ve WLAN erişim olanaklarına sahiptir. Bu cihazlar standart Microsoft Windows işletim sistemlerinden birisiyle ya da Linux ile çalışabilirler. Özellikle arazi çalışmalarında kullanılan "mapa" benzeri bir tasarıma sahiptir.



### f) Notebook (Dizüstü Bilgisayarlar)

Bu cihazlar birkaç gruba ayrılabilir: büyük boyutlu, ince ve hafif, mini ve yarı dizüstü bilgisayarlar gibi. Bazı dizüstü bilgisayarlar standart bir cihaza göre daha fazla darbeye ve suya dayanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu cihazların işlemci kapasiteleri, boyut ve ağırlıkları gibi mobil cihazlar arasında en büyük olanlardır. Geleneksel masaüstü bilgisayar özelliklerinin tümüne sahip olup, işlemci hızı 2.4 GHz ve depolama kapasiteleri 1 GB Ram ve 60 GB hard disk olan modeller mevcuttur.

## 3. MCBS ve GPS Entegrasyonu

GPS, bilindiği gibi bir objenin uydu sinyalleri yardımıyla yerküre üzerinde doğru bir şekilde konumlandırılmasına olanak sağlar. GPS teknolojisi, dünya'da birçok konum belirleme gerektiren uygulamalarda yoğun olarak kullanılmakla birlikte, hızlı veri sağlama özelliğinden dolayı, CBS çalışmalarında da sıkça kullanılmaya başlanmıştır (HUNTER 2002, HARRINGTON 2003).

GPS teknolojisi ilk olarak 1970'li yıllarda, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Savunma Bakanlığı tarafından askeri amaçlı olarak geliştirilmiştir. Bu sistem ayrıca NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging System) olarak da bilinir. Geliştirilen bu teknoloji ile günümüze kadar askeri ve sivil kullanıcılar için birçok konumsal amaçlı uygulama gerçekleştirilmiştir (BINGYAN 2001). Ayrıca 1 Mayıs 2000 tarihinde SA (Selective Availability) etkisinin kaldırılmasıyla  $\pm 100$  metre civarında olan mutlak konum belirleme doğruluğu  $\pm 10$  metrenin altına inmiştir (MINTSIS 2004). Bu durum GPS'nin CBS'deki kullanımının artmasına olanak sağlamış ve özellikle Mobil CBS uygulamalarının daha sık bir şekilde gündeme gelmesinde etkili olmuştur.

MCBS uygulamalarında kullanılan alıcılar küçük boyutlu ve taşınabilir olan "el-GPS" alıcılarıdır. Piyasada uygun fiyatta çeşitli marka ve model el-GPS alıcıları mevcuttur. Bazı GPS alıcıları mobil cihazlara portlar üzerinden uygun kabloyla bağlanabilirken, piyasada cep bilgisayarlarının genişletme yuvalarına takılabilen el-GPS alıcıları da mevcuttur (NIU 2004). Bazı üreticilerin alıcıları GPS uyduları yanında WAAS

ve EGNOS sistemlerinden de sinyal olarak  $\pm 3$  metre civarında mutlak doğrulukta konum bilgisi sağlayabilirken, bazı el tipi alıcılar da DGPS desteği ile  $\pm 1$  metreden daha iyi doğruluk sunabilmektedir (URL1 2004). Bu alandaki ticari pazara bir nevi Trimble firması hakim olmakla birlikte Magellan ve Garmin marka el tipi GPS alıcıları da çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

El-GPS alıcıları tek başına veri toplamak için kullanılabilir, ancak MCBS uygulamalarında, bir CBS yazılımıyla birlikte mobil cihaz üzerinde gerçek zamanlı olarak konumsal veri elde etmek ve navigasyon yapmak amacıyla kullanılırlar (Şekil 2).



Şekil 2: Aynı zamanda bir cep bilgisayarı olan el tipi GPS alıcısı (Trimble Recon).

### 3.1 MCBS’de Kullanılan Yazılımlar

Klasik CBS yazılımlarından farklı olarak, MCBS için geliştirilmiş özel yazılımlar mevcuttur. Bunlar; AutoDesk’in OnSite, Intergraph’ın IntelliWhere, ESRI’nin ArcPad ve MapInfo’nun MapXtent yazılımlardır. MCBS yazılımlarının temel amaçları, gezici cihazlar üzerinde CBS’nin fonksiyonlarını yerine getirmekle beraber, kablosuz olarak, ağ üzerinden diğer CBS verilerine ulaşabilmektir. Ancak bu yazılımlardan ArcPad ve IntelliWhere, diğerlerinden farklı olarak GPS desteği sunar (NIU 2004).

ArcPad ve Trimble’in GPS ile veri toplamak için geliştirdiği “TerraSync” yazılımı veri toplamada yaygın olarak kullanılmaktadır. ArcPad ve TerraSync özel olarak, cep bilgisayarları üzerinde GPS alıcısıyla ya da GPS olmaksızın arazide veri toplayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Dünya pazarlarında CBS yazılım öncülerinden biri olan ESRI firmasının ürettiği ArcPad yazılımı ile detaylara ait öznelik bilgileri de arazide aynı anda toplanabilmektedir. Diğer bir deyişle, arazi çalışmasında sadece herhangi bir detaya ait geometri bilgisi değil, aynı zamanda o detaya ait tanımsal nitelikteki veri/bilgiler de doğrudan kayıt edilmektedir. Ayrıca ArcPad yazılımında özel kullanıcı uygulamaları için form, menü, araç çubukları ve script (kısa yazılım) oluşturmak mümkündür. Böylece kullanıcıya özel geliştirilmiş ara-yüzler yardımıyla, arazide daha hızlı bir şekilde veri toplanması sağlanmış olur. Yazılımın diğer bir özelliği de arazideyken doğrudan harita sunucularına bağlanarak internet ve benzeri ağlar üzerinden sunulan haritalara erişim olanağı sağlamasıdır. MCBS uygulamalarında tercih edilen ArcPad yazılımının temel özellikleri şunlardır (URL3 2004):

- Mevcut verilerin kullanılması yanında, raster ve vektör veriler aynı anda kullanılabilir.

- İnternet veya ağ üzerinden harita sunucularına bağlanıp harita bilgileri yüklenebilir.
- Haritaların etkileşimli olarak kullanılmasına olanak sağlar. Veri sorgulamalarıyla; tablo verileri kullanılarak istenen detay bulunabilir, arazide uzunluk, alan, kesişim vb sorgulamalar yapılabilir.
- Veri girişini kolaylaştırmak için kullanıcı formları oluşturulabilir.
- Mevcut veya toplanan veriler üzerinde arazide işlem yapılabilir.
- ESRI dosya formatındaki veriler (shape, dbf vb.) herhangi bir dönüşüm işlemine gerek olmaksızın mobil cihaz üzerinde kullanılabilir.
- GPS desteği ile eş-zamanlı olarak konumsal veriler toplanabilir.
- Mevcut veya toplanan veriler ile arazide çekilen dijital fotoğraflar anında ilintilenebilir.
- ArcPad Application Builder yazılımı ile kullanıcı özel amaca uygun yeni makro yazılım uygulamaları geliştirebilir.

### 3.2 Kablosuz Erişim

Birçok konumsal uygulamada klasik CBS kullanılmakla birlikte, bizzat arazide gerçekleşmesi gereken tarım, jeoloji, afet, güvenlik, kentsel planlama ve benzeri uygulamalarda taşınabilir cihazlar üzerinden CBS bilgisine erişme ihtiyacı vardır. Bu iki şekilde gerçekleştirilebilir.

İlk yaklaşımda; arazide doğrudan toplanan bilgiler veya mevcut olan harita bilgileri lokal bellek üzerine kaydedilir. Bu durumda birtakım bellek sorunları söz konusu olabilir. Çünkü taşınabilir cihazların çoğu sınırlı bellek kapasitesine sahiptir. 2004 yılı itibari ile piyasada bulunan tipik bellek cihazları ve kapasiteleri şu şekildedir: MultiMedia Kartlar (MMC, 1 GB’ta kadar), Secure Dijital Kartlar (SD, 1 GB’ta kadar), Compact Flash Kartlar (CF, 4 GB’ta kadar), Smart-Media Kartlar (128 MB’ta kadar), PC’ye takılı Hard Disk Sürücülerini yada PCMCIA Kartlar (5 GB’ta kadar). Örneğin Barcelona gibi büyük bir kente ait; cadde ve alan isimleri, güzergâhlar, tek-çift yönlü yollar, ulaşım ve anıt bilgilerini içeren GDF formatındaki harita bilgileri yaklaşık 40 MB kadardır. Kapasitesi 1 GB olan harici bellek kullanılması halinde, Barcelona kentine ait verilerin tam 25 katı büyüklüğünde bir veri grubu rahatça bellekte saklanabilir (CASADEMONT 2004). Ayrıca aynı alanı kapsayan, ancak sadece cadde ve alan isimlerini içeren bir haritanın boyutu ise yaklaşık 10 MB kadardır. Dolayısıyla harici bellek kapasiteleri ile çok sayıda verinin depolanması mümkündür.

İkinci yaklaşımda ise; grafik bilgiler sadece isteğe bağlı olarak yüklenir. Bu işlem kullanıcı açısından oldukça basit bir şekilde yapılır. Gezici CBS platformu gerekli haritanın lokal olarak kayıtlı olmadığını algıladığında kullanıcının onayını aldıktan sonra haritayı cihaza yüklemeye çalışır. Mobil cihazlarla kartografik sunucunun oluşturacağı sabit bir ağ ile bağlantı kurabilmek için iki çeşit kablosuz ağ kullanılabilir. Bunlar; WLAN (Kablosuz Yerel Alan Ağı -Wireless Local

Area Network) ve WWAN (Kablosuz Geniş alan Ağı -Wireless Wide Area Network)'dır. WLAN, isminden de anlaşılacağı gibi birkaç metreden birkaç kilometreye kadar olan sınırlı bir kapsama sahiptirler. Ana özellikleri, yüksek transfer hızı sağlamaları ve özel olarak sahiplenilmeleridir. WLAN ilk ortaya çıktığında ofis veri ağları olarak tanınmış, daha sonra üniversite kampüsleri, hastaneler ya da diğer özel ve kamu kurumları için kapsama sağlayacak şekilde genişlemiştir. Öte yandan WWAN ağları ulusal kapsama sağlayan kamu ağlarıdır ve CDMA200, UMTS ya da FOMA gibi üçüncü kuşak hücresel ağlar için 2 Mbps'a kadar olan daha düşük transfer hızı sağlarlar. Bu tür ağlar daha verimli bağlantı oluşturma hedef alınarak tasarlanmış olup, üzerlerinden veri aktarımı gerçekleştirme işlemi pahalıdır. WLAN ağları için üç temel teknoloji söz konusudur (CASADEMONT 2004). Bunlar;

**a) IEEE 802.11** WLAN için uluslararası anlamda kabul gören ilk standart 26 Haziran 1997 yılında ortaya çıkmıştır. IEEE 802.11b, 11 Mbps transfer hızına, IEEE 802.11a ve IEEE 802.11g, 54 Mbps transfer hızına ve IEEE 802.11n, 108 Mbps transfer hızına sahiptir. WEP (Wired Equivalent Privacy) algoritması gibi diğer istasyonların veri paketlerini anlamasını engelleyen güvenlik özellikleri bu standarda eklenmiştir.

**b) Bluetooth** taşınabilir ve/veya sabit elektronik cihazlar arasında kabloyla yapılan bağlantı kurma işleminin yerini almak amacıyla bir noktadan bir çok noktaya ses ve veri transferi için kısa dalga boylu radyo frekanslarını kullanan bir teknolojidir. Bu teknoloji, bir cihazla diğerleri arasında evrensel bir radyo linkini kullanarak kabloların yerini almak amacıyla ortaya çıkmıştır. Son zamanlarda birçok teknolojik mobil cihaz bu arabirim ile donatılmış durumdadır. Normal menzili 10 metredir ve bu menzil 100 metreye kadar artırılabilir. Asimetrik data aktarım hızı 721 Kbps, simetrik data aktarım hızı da 432.6 Kbps kadardır.

**c) Infrared (IrDA)**, Infrared Data Association kelimesinin kısaltılmış halini temsil eder. IrDA, geniş bir donanım, bilgisayar ve iletişim araçları arasında noktadan noktaya transferi destekleyen düşük maliyetli kızıl ötesi veri alışverişini oluşturan bir organizasyondur. Birçok mobil cihaz, menzili 1 metre ve aktarım hızı 9.6 Kbps'dan 4 Mbps'a kadar olan bu arabirimle donatılmıştır.

WWAN ağları ya da yaygın ismiyle mobil telefon ağları ilk olarak ses ağları olarak ortaya çıkan ağlardır. Ancak daha sonra veri aktarımının bir gereksinimi olarak her türlü verinin transferinde kullanılmıştır. Bu ağlar zamanla değişiklik geçirmiş ve kapasitelerine göre üç kuşak şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma 1., 2. ve 3. kuşak şeklindedir (CASADEMONT 2004).

CBS gibi yoğun veri içeren uygulamalarda veri transfer hızı yüksek olmalıdır. Bu anlamda ikinci kuşak ağlar (2.5G) 144 Kbps'lik yüksek hızlı mobil internet olanağı sağlarlar. İkinci kuşak ağlarla çoklu ortam (multimedia) olanakları mümkündür. Önde gelen 2.5G ağları GPRS (General Packet Radio System) ve CDMA2000 1x (Code Division Multiple Access 2000 1x) dir. 2001 yılının sonunda ilk üçüncü kuşak (3G) ağlar Avrupa ve Japonya'da bölgesel tabanlı olarak uygulanmıştır. 3G ağları, SVA (Streaming Video Application), MMS (Multimedia Messaging Services) ve LBS (Location Based Services) gibi gelişmiş uygulamalara 144 Kbps dan 2 Mbps kadar olan aktarım hızıyla olanak sağlamaktadır (NIU 2004).

#### 4. MCBS Uygulamaları

Günümüzde arazi çalışmalarında konumsal veriyi kullanan birçok uygulamada MCBS'nin sağladığı doğruluk ve verimlilikten yararlanılmaktadır. Kullanıcı, gezici özelliğe sahip bir coğrafi bilgi sistemi ile, bürodaki yazılım donanım gereksinimlerine bağlı kalmaksızın, arazide gerekli olan tüm işlemleri, tıpkı klasik CBS yaklaşımında olduğu gibi, doğrudan mobil cihazlar üzerinde gerçekleştirmektedir (WILSON 1998). Böylece CBS'nin kullandığı uygulama alanlarında artış sağlanmakta ve CBS kullanımı her geçen gün yaygınlaşmaktadır. MCBS'nin kullanıldığı bazı temel uygulamalar şunlardır:

- Arazide envanter oluşturma çalışmalarında,
- Bakım-onarım çalışmalarında tablo bilgilerinin güncellenmesinde,
- Doğal kaynakların haritalanmasında,
- Arazide denetim çalışmalarında,
- Arsa-Arazi değerlendirme çalışmalarında,
- Kaza, doğal afet gibi diğer olayları raporlama çalışmalarında,
- Arazideki doğal ve yapay detaylara ait verilerin toplanmasında,
- Sağlık amaçlı veri toplama, hastalıklarla mücadele, zararlı bitki ve böceklerle mücadelede,
- Orman yangınları için riskli alanların belirlenmesi, koruma altındaki canlıların yaşam alanlarının belirlenmesi gibi çevresel çalışmalarda,
- Her türlü CBS analiz ve karar verme işleminde.

Son yıllarda dünya'da birçok resmi kurum, yerel idare ya da özel şirket, iş verimliliğini artırmak ve maliyeti düşürmek amacıyla çalışmalarında artık MCBS'ni tercih etmektedir. Şekil 3 ve Tablo 1'de MCBS'nin çeşitli alanlardaki örnek uygulamaları sunulmaktadır (ARCUSER 2004).



Şekil 3: CBS'nin Gezici Olarak Kullanım Şekilleri

### Örnek Uygulama: Trabzon-Gümüşhane Yol Güzergahı Boyunca Coğrafi Detayların MCBS ile Sağlanması:

Uzunca bir yol güzergahı ve çevresindeki detaylara ait verilerin el-GPS'si ve cep bilgisayarları kullanılarak bir MCBS kapsamında toplanmasına ilişkin bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamayla Trabzon – Gümüşhane illerini birbirine bağlayan devlet karayolunun (D-885) ve yol civarındaki çeşitli tesislere ait verilerin zaman ve maliyet açısından bir mobil CBS ile elde edilmesi amaçlanmıştır (DÖNER 2004).

Trabzon – Gümüşhane il merkezleri arasındaki yol güzergahının uzunluğu yaklaşık 100 km'dir. Yol güzergahı boyunca, Değirmendere Vadisi ve Harşit Çayı civarında çevreye olumsuz etkisi olabilecek çeşitli tesisler bulunmaktadır. Bunlar özellikle; kömür ocakları, asfalt şantiyeleri, kum depoları ve sanayi tesisleri şeklindedir. Bunun yanında yol üzerinde birçok tünel, köprü ayrıca çok sayıda piknik alanı, dinlenme tesisi ve benzin istasyonu olup halihazırda bunlara ait bir envanter bulunmamaktadır. Bu yol güzergahının ve yukarıda sözü edilen tesislere ait konumsal verilerin geleneksel yöntemler kullanılarak kısa sürede toplanması oldukça zor olduğundan, ihtiyaç duyulan veriler bir MCBS uygulaması ile elde edilmiştir.

### Yazılım ve Donanım

Gerçekleşen MCBS uygulamasında; 1 adet Compaq iPAQ 3600 Cep Bilgisayarı ve bu bilgisayarda çalışabilen ESRI ürünü ArcPad 5.01 Mobil CBS Yazılımı ile 1 adet Magellan SporTrack-Map El Tipi GPS alıcısı ve bu donanımlara ait araç şarj cihazları kullanılmıştır. Uygulamada kullanılan GPS alıcısı Şekil 4'de görülen Magellan SporTrack Map model el



Şekil 4: Bir araç içerisinde yol güzergah verilerinin el tipi GPS cihazı ile algılanıp anında cep bilgisayarı üzerinde kayıt edilmesini sağlayan bir düzenek örneği

Tablo 1: Çeşitli Mobil CBS Uygulamaları (ESRI 2004).

	İdarece Yapılan Yönetimsel Faaliyetler	Tesis ve Altyapı Faaliyetleri	Çevresel Faaliyetler	Kamu Güvenliği Faaliyetleri
<b>Envanter Çıkarma</b>	Sokak işaretlerinin, belediyeye ait tesislerin, ağaçların envanterinin çıkarılması.	Sağanak yağmur lagarlarına ait envanterin çıkarılması.	Zehirli ve atık madde yerlerinin belirlenmesi. Madensel araştırmalar.	Askeri çalışma alanı belirleme ve haritalama. Yangın alanı harita yapımı.
<b>Bakım-Onarım</b>	Yol durumunun yerine tespiti, cadde aydınlatmalarının haritalanması.	Elektrik direklerinin bakımı, yeni donanımların tesisi.	Tarımsal ürünlerin yerinde tespiti ve rekolte tahminlerin yapılması.	Doğalgaz ve gömülü altyapının konumlandırılması.
<b>Denetleme</b>	Sağlık taraması. Bina ve adres kodlarının kontrolü, mükellef denetimi.	Sayaç okuma. Septik sistemlerin denetimi, dokümantasyon.	Doğal ortamın sürdürülmesine yönelik ekolojik çalışmalarda.	Hasar tespiti, afet öncesi ve sonrası mekanların denetlenmesi. Yapı denetimi.
<b>Olay Raporlama</b>	Bulaşıcı hastalıkların ve virüslerin mekansal olarak raporlanması.	Servis dışı kalan tesislerin konumlandırılması ve raporlanması.	Su, petrol vb kuyuların yer tespiti ve sızıntı hatlarının belirlenmesi.	Arsa-arazilerde oluşan zararların tespiti. Trafik kazalarının raporlanması.
<b>Konumsal Analiz</b>	CBS bilgilerinin doğruluğunun doğrudan arazide denetlenmesi.	Sayaç okumaları ve faturalama için abonelerin adreslenmesi.	Vejetasyona yönelik istatistiklerin yapılması.	Olağan dışı olaylardan etkilenen alanlarda nüfus analizleri.

tipi GPS alıcısıdır. Bu alıcının boyutları 14.2x5.6x2.9cm olup, ağırlığı iki kalem pil dahil 170 gramdır. Bu alıcı GPS uyduları yanında WAAS sistemindeki uydulardan da sinyal alabilecek şekilde tasarlanmış olup bu durumda mutlak konumsal doğruluk  $\pm 3$  metredir.

### Veri Toplama

Uygulamada iki farklı özelliğe sahip harita katmanında veri toplanması hedeflenmiştir. Bunlardan ilki yol güzergahına ait çizgi özellikteki yol isimli veri katmanı, diğeri ise nokta özellikteki olan yol üzerinde ve civarındaki nesnelere gösteren detaylar isimli veri katmanıdır. Tablo 2’de toplanan veriler ve bunlara ait katmanların geometrik özellikleri görülmektedir. ArcPad yazılımı ile öncelikle jeodezik referans için gerekli olan koordinat sistemi ayarları ve cep bilgisayarının el-GPS alıcısı ile bağlantısı yapılarak gerekli uyum sağlandıktan sonra arazide gezgin olarak veri toplama işlemine başlanmıştır. Yol güzergahı araç hareket halindeyken, araç konumuna göre dijital olarak algılanmaya başlanmıştır. Diğer sabit tesislerin alımı için araç durdurulmuş ve detaylara ait veri toplama işlemi doğrudan detay üzerinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamada bazı nesnelere için geometrik bilgi yanında tanımsal bilgiler de toplanmıştır. Bu veriler; yol güzergahı için yol adı, yol kodu, şerit sayısı, tünellere ait yapım tarihi, uzunluk ve rakım bilgileri şeklindedir.

Tablo 2: MCBS uygulamasında toplanan verilerin özellikleri

Detay Adı	Veri Katmanı	Geometrik Özelliği
Yol güzergahı	Yol	Çizgi
Asfalt şantiyesi	Detaylar	Nokta
Ağaçlandırma alanı	Detaylar	Nokta
Benzin istasyonu	Detaylar	Nokta
Fabrika	Detaylar	Nokta
Tünel	Detaylar	Nokta
Yol Kavşak	Detaylar	Nokta
Kömür deposu	Detaylar	Nokta
Konaklama yeri	Detaylar	Nokta
Köprü	Detaylar	Nokta
Kum ocağı	Detaylar	Nokta
Piknik alanı	Detaylar	Nokta
Tünel	Detaylar	Nokta

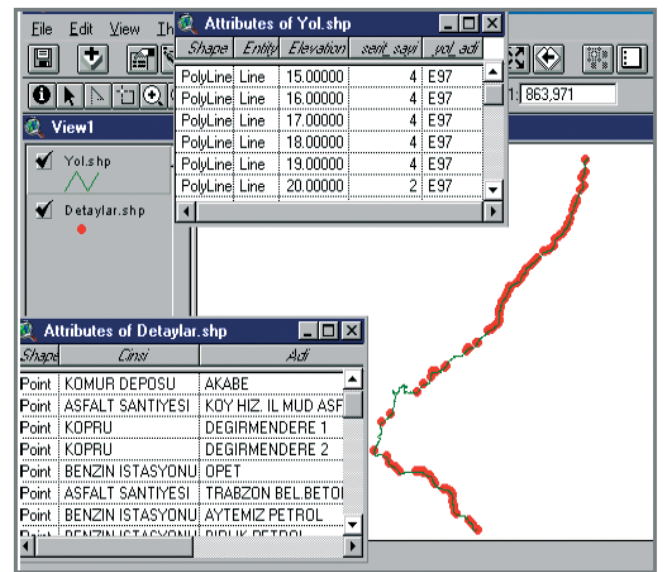
Toplanan veriler; gerekli haritaların oluşturulup, çıktılarının alınabilmesi için daha güçlü bir CBS yazılımına sahip bir masaüstü bilgisayara aktarılmıştır. ArcPad yazılım desteği ile toplanan veri/bilgiler masaüstü bilgisayara aktarıldıktan sonra bu veriler üzerinde, coğrafi veri elementlerine yönelik herhangi bir ilave düzeltme işlemine gerek yoktur. Ancak, arazide cep bilgisayarı ile –bellek yetersizliğinden dolayı- geniş hacimli veri tabanları üzerinde yapılamayacak nitelikteki bazı yakınlık, birleştirme veya üç boyutlu konumsal analizlerin gerçekleştirilebilmesi için, daha yüksek kapasiteli donanım ve CBS yazılımlarına gereksinim vardır.

### Uygulama Bulguları

MCBS ile, 05 Eylül 2004 günü arazide gerçekleştirilen çalışmayla 103,8 km uzunluğundaki yol güzergahı ve çevresinde bulunan 119 adet çeşitli tesisin detay alımı gerçekleştirilmiştir. Bu tesislerin genel dağılımı şunlardır:

- 35 köprü,
- 21 piknik alanı,
- 14 konaklama yeri,
- 12 benzin istasyonu,
- 9 tünel geçişi, 6 kömür deposu,
- 3 resmi bina, 3 beton tesisi,
- 2 asfalt şantiyesi, 1 kum ocağı,

Böylece, harita alımı anlamında oldukça uzun sayılabilecek bir güzergah boyunca yapılan veri toplama işlemi, bir günden daha kısa bir sürede hızlı ve ekonomik bir biçimde tamamlanabilmiştir. Toplanan verilerin konum doğrulukları el-GPS alıcısının doğruluğuna bağlı olmakla birlikte, detaylara ait özgün öznelik bilgileri arazide anında kayıt edilmiştir. Cep bilgisayarı üzerinde ArcPad yazılımı ile arazide toplanan veriler üzerinde basit sorgulamalar yapılabildiği gibi, bu bilgiler daha sonra herhangi bir ilave düzenlemeye gerek kalmadan doğrudan masaüstü bilgisayara aktarılmış ve ileri düzeyde CBS analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). Özellikle benzin istasyonu, kömür deposu gibi sahaların risk alanları ile, piknik ve konaklama alanlarının uygunluk analizleri yapılarak bazı sonuçlara varılmıştır. Böylece söz konusu yol güzergahı boyunca sanayi, turizm, güvenlik, ulaşım gibi alanlarda veya çevresel çalışmalarda ihtiyaç duyulabilecek bilgiler CBS amaçlı elde edilmiştir.



Şekil 5: MCBS ile toplanan verilerin masaüstü bilgisayarda ArcView yazılım arayüzünde görünümü.

## 5. Sonuç

Son birkaç yılda bilgisayar teknolojisinde ve GPS alanında yaşanan hızlı gelişmeler, gezici coğrafi bilgi sistem kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Mobil CBS olarak adlandırılan bu tür sistemler, bir anlamda geleneksel CBS ile GPS teknolojisini birleştirerek konum bazlı uygulamalara farklı bir boyut getirmiştir (YOMRALIOĞLU vd 2002).

MCBS bugün dünyada birçok farklı disiplin tarafından çeşitli uygulamalarda hızlı veri toplama ve iş verimliliğini artırmak amacıyla kullanılmaktadır. MCBS uygulamalarında temelde iki önemli unsur vardır. Bunlardan ilki konum belirlemedeki doğruluk, diğeri ise kullanılan donanımların küçük olmaları yanında büyük hacimli CBS verisini işleyip, karmaşık olan konumsal analizleri arazide yapabilecek işlemci gücüne sahip olabilmeleridir.

Günümüzde mobil teknolojisinde yaşanan hızlı gelişmeler CBS ve GPS bütünleşmesini zorunlu hale getirmekle birlikte, özellikle cep telefonları ile yaşanan yeni iletişim teknikleri ile artık konumsal bilgilere de günlük yaşantıda gereksinim duyulmaktadır. Bu gereksinimden ötürü, bilgisayar, GPS ve CBS alanında faaliyet gösteren şirket ya da kurumlar kablosuz mobil uygulamalarının geliştirilmesi için büyük yatırımlara yönelmiş durumdadır (GPSWorld 2004).

Günümüzdeki el tipi GPS uygulamalarında  $\pm 1$  metreden daha iyi olan konumsal doğruluk yanında, her geçen gün gelişen bilgi teknolojisi ve bu alanda yapılan yatırımlar dikkate alındığında, MCBS'nin gelecekte klasik CBS uygulamaları için en etkin alternatif teknoloji olacağı ve bireylerce çok daha yaygın olarak kullanılacağı açıktır. Başlangıçta sadece plancılar ve uzman kişilerin konumsal problem çözümleri için ihtiyaç duyduğu ve geliştirdiği CBS, günümüzde MCBS ile artık herkes tarafından bir hayat tarzı olma şansını yakalamıştır.

Dolayısıyla başta haritacılık mesleğinin hızlı bir şekilde tabana yayılmasını sağlayacak bu yeni teknoloji ile bir anlamda "bireysel haritacılık" ya da diğeri bir deyişle "mobil haritacılık" dönemi de başlatılmış olacaktır. Sonuçta bu gelişmeler haritacılar için iyi bir gelecek sunmakla beraber, haritacıların da özellikle nitelikli konumsal veri üretim açığını şimdiden kapatmaya yönelik çalışmalara girişmeleri ve teknik ve hukuksal altyapıyı hazır hale getirmeleri gerekmektedir.

## Kaynaklar

- ARCUSER.: **Taking GIS on Road**, s.30, California, USA, Ocak-Mart 2004.
- BELL K.: **Developing a Site Assessment Methodology Using ArcPad and GPS Technology**, ESRI International Users Conference, San Diego, Paper No: 523, California, 7-11 Temmuz 2003.
- BINGYAN Z.: **Methodologies for Automating the Collection and Processing of GPS-GIS Information for Transportation System**, Department of Civil, Structural and Environmental Engineering, New York State University, 2001.
- CASADEMONT J.: **Wireless Technology Applied to GIS**, Computers & Geosciences, sayı 30, s. 671 – 682, Telematics Engineering Department, Technical University of Catalonia, Barcelona, Spain, 2004.
- DÖNER F.: **Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları**, Seminer Çalışması (yayımlanmadı), Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, KTÜ, Trabzon, 2004.
- EL SHEIMY N.: **The Development of VISAT – A Mobile Survey System for GIS Applications**, Department of Geomatics Engineering, Calgary, Canada, 1996.
- ESRI.: **ArcPad: Mobil GIS**, Environmental Systems Research Institute, California, USA, 2004.
- GPSWorld, **ESRI, TRIMBLE Partner on Grants, Extension**, Temmuz 2004.
- HARRINGTON A.: **Using Your Enterprise GIS in the Field**, URISA Caribbean GIS and Annual Conference, Barbados, 2003.
- HUNTER A.: **Mobile GIS as if Field Users Mattered**, Department of Geomatics Engineering, Calgary, Canada, 2002.
- KOŁODZIEJ K.: **Real Time Field Data Streaming**, Department of Urban Planning and Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2002.
- MINTSIS G.: **Applications of GPS Technology in The Land Transportation System**, European Journal of Operational Research, sayı 152, s. 399 – 409, School of Technology, Aristotle University of Thessaloniki, Greece, 2004.
- MONTOYA L.: **Geo-data Acquisition through Mobile GIS and Digital Video; an Urban Management Perspective**, Environmental Modeling and Software, Vol: 18, Issue: 10, p.869-876, 2003.
- NIU X.: **On-Site Coastal Decision Making with Wireless Mobile GIS**, Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science, Ohio State University, Ohio, USA, 2004.
- PUNDT H.: **Field Data Collection with Mobile GIS: Dependencies between Semantics and Data Quality**, Geoinformatica, Vol.: 6 Issue: 4, ISSN: 1 384-6175, Germany, 2002.
- URL1, , Eylül 2004.
- URL2, **Mapping Your Way on a PDA with Geographic Information Systems**, PlanetPDA Magazine, , Eylül 2004.
- URL3, , Eylül 2004.
- WILSON J.D.: **GIS Goes Mobile**, GISWorld, Vol:11, Issue:12, s. 54-57, 1998.
- YOMRALIOĞLU T.: **Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar**, ISBN 975-97369-0-X, İstanbul, 2000.
- YOMRALIOĞLU T., REİS S. ve NİŞANCI R.: **GPS İle Hareket Halindeki Araçlardan Elde Edilen Gerçek Zamanlı Verilerin Orta Ölçekli CBS Çalışmalarında Kullanılabilirliği**, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, 107-115, Konya, 2002.